

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MỘT HỆ LASER CR3+: LISAF LIÊN TỤC, CÓ KHẢ NĂNG ĐIỀU CHỈNH BƯỚC SÓNG

TỔNG QUAN

1. Tình hình nghiên cứu ngoài nước:

Hầu hết các quốc gia đều có những chương trình cấp quốc gia và khu vực cho việc đầu tư và phát triển các nguồn phát điện từ trường, laser và ứng dụng. Các trung tâm và phòng thí nghiệm khoa học quốc tế về Vật lý và Công nghệ laser đang phát triển mạnh mẽ. Các nghiên cứu tập trung vào hai hướng chính: Phát triển công nghệ laser; Ứng dụng các laser trong các lĩnh vực KH-CN.

Phát triển công nghệ laser bao gồm các mục tiêu chủ yếu: Phát triển các hệ thống laser toàn rắn, laser có bước sóng thay đổi liên tục, tần số xung lặp lại cao (cỡ GHz) có kích thước nhỏ gọn được bơm bằng laser bán dẫn (thế hệ mới); Tìm kiếm các vật liệu mới (có độ rộng phổ khuếch đại lớn, mức bão hòa năng lượng cao ...); Phát triển các hệ thống laser xung có công suất cực mạnh...

Các ứng dụng của laser đang được phát triển cực mạnh trong các lĩnh vực KH-CN khác nhau, đặc biệt trong các lĩnh vực hoá học, vật lý, sinh học, y học, thông tin quang học, thông tin lượng tử, vật liệu, linh kiện và môi trường ...

Chỉ trong hơn 10 năm vừa qua, liên tiếp các giải thưởng Noben trong nhiều ngành khoa học đều liên quan trực tiếp đến laser:

- Năm 1997, Chu, Cohen-Tannoudji và Philippes đã nhận được giải thưởng Noben do đóng góp của họ về sự phát triển phương pháp làm lạnh và bắt giữ các nguyên tử bằng ánh sáng laser, đưa nhiệt độ của chúng xuống rất gần độ không tuyệt đối. Phát hiện này đã được các nhà khoa học thực hiện để giúp nghiên cứu sâu hơn nữa về tự nhiên và phát triển các lĩnh vực có liên quan.

- Năm 1998, A. Zewail đã nhận giải thưởng Noben nhờ sử dụng các laser xung cực ngắn để ghi nhận tường minh và sau này là điều khiển các phản ứng hóa-lý.

- Năm 2000, Alferov và Kroemer đã nhận giải thưởng Noben nhờ phát triển ngành vật lý bán dẫn nói chung và vật liệu laser bán dẫn nói riêng. Hiện nay, các laser bán dẫn là nền tảng của một ngành công nghệ cao đang làm thay đổi thế giới: thông tin quang học và rất nhiều ứng dụng khác.

- Năm 2005, John Hall, Theodor Hansch và Roy Glauber đã nhận được giải thưởng Noben nhờ sử dụng các laser để phát triển các nghiên cứu và phương pháp xác định các tần số nguyên tử với độ chính xác rất cao (tới 15 con số). Các công trình của họ cũng đã được ứng dụng để phát triển đồng hồ nguyên tử, đo thời gian, định vị cực chính xác, máy tính lượng tử bằng laser...

Hàng năm, có rất nhiều các hội nghị khoa học quốc tế về nghiên cứu quang học và laser được tổ chức định kỳ ở các nước G7+1 và khu vực, như các hội nghị: Lasers and Applications; Ultrafast Spectroscopy; Ultrafast Photonics; Photonics and Applications; Atto-Femto-Optics; CLEO... Chúng đánh dấu sự phát triển liên tục và mạnh mẽ về vật lý, công nghệ và ứng dụng của laser. Năm 2004, các nước Châu Á đã thành lập Aisan Intense Laser Network (với trụ cột là Nhật Bản, Trung quốc, Hàn quốc và Ấn độ) đặt tại Hàn quốc đang duy trì Hội nghị khoa học hàng năm về Khoa học laser cực nhanh và cực mạnh (ASILS) – mà tôi cũng đã có dịp sang thăm nhân dịp họ tổ chức Lớp học Quốc tế về Laser và Ứng dụng của laser cho các cán bộ trẻ của khu vực Châu Á (tháng 7 năm 2011).

2. Tình hình nghiên cứu trong nước:

Trước những kết quả KH-CN mang tính cách mạng của khoa học quốc tế trên cơ sở phát triển và ứng dụng các laser - ở trong nước hiện nay, các cơ sở nghiên cứu khoa học, ứng dụng và đào tạo

(về vật lý, khoa học vật liệu, hoá lý, γ -sinh, thông tin quang và môi trường ...) đang ngày càng có yêu cầu khách quan và to lớn sử dụng các laser nhằm nâng cao chất lượng và trình độ của các nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo - đáp ứng các đòi hỏi của sự hội nhập KH-CN trong khu vực và quốc tế. Tuy nhiên, các loại laser được bơm bằng laser bán dẫn (để phát xung ngắn-công suất mạnh và phát liên tục - có thể điều chỉnh bước sóng...) – còn rất đắt, kích thước lớn. Do vậy, cho đến nay chưa có cơ sở KH-CN nào (ngoài Viện Vật lý) ở Việt Nam nghiên cứu phát triển công nghệ cũng như được trang bị các loại laser được bơm bằng laser bán dẫn.

Hiện nay, phòng thí nghiệm Quang tử của Viện Vật lý đang tiến hành một số nghiên cứu phát triển các loại laser rắn (Nd:YVO₄; Nd:YAG ...) bơm bằng laser bán dẫn (thế hệ mới). Do đó, việc nghiên cứu, phát triển công nghệ của các laser được bơm bằng laser bán dẫn đang đặt ra những vấn đề khoa học và công nghệ cấp thiết, thú vị hấp dẫn cả về khoa học cơ bản và định hướng ứng dụng.

MỤC TIÊU

- Nghiên cứu và xây dựng hệ laser rắn Cr³⁺:LiSAF liên tục, có khả năng điều chỉnh bước sóng, được bơm bằng laser bán dẫn, công suất laser trung bình đạt vài chục mW.
- Việc thực hiện đề tài sẽ góp phần đào tạo nhân lực cho lĩnh vực quang tử - laser ở Trường Đại học Khoa học - Đại học Thái Nguyên.

NỘI DUNG

- Nghiên cứu tổng quan các đặc trưng quang học và vật lý có liên quan của môi trường laser Cr³⁺:LiSAF.
- Nghiên cứu lý thuyết động học phổ laser Cr³⁺:LiSAF được bơm bằng laser bán dẫn.
- Nghiên cứu, thiết kế các yếu tố cơ - quang của hệ laser Cr³⁺:LiSAF
- Nghiên cứu, lắp ráp hệ laser Cr³⁺:LiSAF liên tục
- Nghiên cứu các kỹ thuật (phương pháp) điều chỉnh bước sóng của laser rắn
- Nghiên cứu, lắp ráp hệ laser Cr³⁺:LiSAF liên tục, điều chỉnh bước sóng.
- Nghiên cứu các đặc trưng phổ và công suất của laser Cr³⁺:LiSAF .
- Tối ưu các thông số và sự hoạt động ổn định của hệ laser rắn này.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Kết hợp cả lý thuyết và thực nghiệm:

- Để nghiên cứu các tính chất quang của môi trường laser có thể sử dụng các máy quang phổ cách tử có độ phân giải cao có tại Viện Vật lý.
- Để nghiên cứu động học phổ của laser chúng tôi sử dụng hệ phương trình tốc độ cho laser 4 mức năng lượng.
- Để nghiên cứu quang học bơm cho hệ laser rắn khi được bơm bằng laser bán dẫn chúng tôi sử dụng các linh kiện quang học đặc chủng để tăng chất lượng của chùm bơm.
- Để thiết kế các yếu tố cơ - quang cho hệ laser chúng tôi thực hiện tại xưởng cơ khí-quang học tại Viện Vật lý hoặc Viện Vật lý kỹ thuật và Các thiết bị khoa học.
- Để lắp ráp hệ laser rắn bơm bằng laser bán dẫn chúng tôi sử dụng bàn quang học làm giá đỡ, laser lái chùm tia (laser He-Ne) làm chuẩn và các bộ hiển thị hồng ngoại (card hồng ngoại, ống nhòm hồng ngoại...).
- Để nghiên cứu các đặc trưng hoạt động của laser chúng tôi sử dụng các đầu đo năng lượng có độ phân giải cao (10 mJ) và máy quang phổ hiện đại (độ phân giải 3 Å/mm).

HIỆU QUẢ KTXH

Việc thực hiện đề tài sẽ tạo điều kiện để các cán bộ giảng dạy được cập nhật với các vấn đề khoa

học thời sự hiện nay trên thế giới cũng như được tiếp cận với công nghệ chế tạo các thiết bị laser hiện đại phục vụ cho các công tác đào tạo đại học và sau đại học. Ngoài ra, nó sẽ tạo điều kiện để nâng cao năng lực nghiên cứu của chủ nhiệm đề tài và đặc biệt sẽ giúp cho chủ nhiệm đề tài có điều kiện để thực hiện tốt hơn luận án Tiến sĩ của mình.

ĐƠN VỊ SỬ DỤNG

Khoa Vật lý, Trường Đại học Khoa học - ĐHTN